



TITLE:

Study on material cycles and waste management of an integrated crop-livestock-fish farming system in suburban Hanoi, Vietnam(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

PHAM, HUONG GIANG

CITATION:

PHAM, HUONG GIANG. Study on material cycles and waste management of an integrated crop-livestock-fish farming system in suburban Hanoi, Vietnam. 京都大学, 2015, 博士(地球環境学)

ISSUE DATE:

2015-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19159>

RIGHT:

(続紙 1)

京都大学	博士（地球環境学）	氏名	PHAM HUONG GIANG
論文題目	Study on material cycles and waste management of an integrated crop-livestock-fish farming system in suburban Hanoi, Vietnam (ベトナム国ハノイ市郊外における耕畜漁連携システムに係る物質循環および廃棄物管理に関する研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、経済成長の著しい発展により農業および生活のスタイルが変貌しつつあるハノイ郊外農村において、廃棄物管理と物質循環の変遷を調査し、その改善のための方策を検討したものである。対象地域は、北部ベトナムの典型的な農村小集落であり、(1)水利用管理に関するアンケート、(2)環境水質・水量調査、(3)養魚池を中心とする詳細物質収支、(4)マスフローアナリシスMFAを用いた同地域の物質循環把握、(5)リン回収を目的とした新たなトイレシステムの提案を行ない、7章からなる論文にまとめている。</p> <p>第1章は序論であり、ベトナムにおける農村での廃棄物廃水管理の状況と、それが経済発展、都市化の進捗でどのように変化してきたかを示すとともに、その結果として従来の物質循環型から資源投入型に農業が転換したことによる環境問題を指摘している。これらに基づき、本研究の目的を、ベトナム郊外集落における水・廃水管理の歴史的な変遷とそれに伴う栄養塩循環の変化を定量的に把握するとともに、その結果をもとに健全な水・栄養塩管理の方策の提案、と設定している。</p> <p>第2章は文献考察であり、ベトナム郊外地区についてその自然的、社会的特徴を調査・要約するとともに、農村における廃水・廃棄物管理の状況を文献よりまとめ、資源のマスフローの観点からその実態を描写し、資源の循環の観点から検討している。</p> <p>第3章では、ハノイ郊外部にある農村小集落を対象に、マスフローアナリシスMFAを実施し、その結果を解析している。対象地域は、ハノイ中心部から南方約40kmにある人口800人、面積56haの小集落Trai hamletで、米作を中心とした農業に小規模の養魚・畜産を組み合わせたシステムをもつ典型的な北部ベトナムの農村である。まず、この集落の経年的な社会統計データを入手した後、同地の240世帯中100世帯に対し、対面式アンケート調査を実施し、水利用、排水・廃棄物管理、農漁業（含む使用肥料）について、詳細な情報を得た。このアンケートは、調査時のみならず、10年、20年、さらに30年前の状況についても尋ねており、その変遷を把握できるように設計されている。一方、家畜排泄物の化学成分分析、環境水質調査などを実施し、アンケート結果と組み合わせて栄養塩類のMFAを実施した。MFAのモデルは、8つのコンパート間で24の反応過程を考慮するきわめて複雑なものであるが、詳細なアンケート、現場での多くの廃棄物・水質調査の結果を活用することで、文献引用値に多く頼ることなく、実際のハノイ郊外集落の状況を精密に計算することが可能となった。主な成果として、(1)2010年における水田への負荷量は425kg/ha/y、90kg/ha/yであり、1980年に比べ各1.5倍、1.3倍に増加した、(2)化学肥料の水田へ負荷は年々増加し、2010年にはNで40%、Pで65%となった、(3)水田は、水環境への窒素の排出源としてきわめて重要で、約9割（2010年）を占める、(4)養魚池は、水環境への主要リン排出源であり、系外への総排出負荷量（含む養</p>			

魚池内の蓄積)のうち約7割を占める、などが得られた。

第3章の結果より、同地における物質循環では、養魚池の役割が重要であることが明らかとなったことより、第4章では、養魚池回りの収支に注目して詳細に調査、解析している。まず、養魚池についての実測値(池水の入替え頻度、池容量、降水量、浸透量)と計算値(蒸発量)より、養魚池での水収支を求めた。その結果に、養魚池、環境水等の水質情報を加えて物質収支を得た。その結果、(1)養魚池への栄養塩類投入量は、1980年から2010年の間にNで7.3倍、Pで6.3倍に増加、(2)畜産排泄物は水量的には少ないが、主要な負荷源、(3)投入された栄養塩のうち、生産物(魚)となる割合は少量(Nで20%、Pで13%)で、その多く(Nで34%、Pで74%)は、底泥として残存、などを得た。

第5章では、現状での物質循環で鍵となっている人及び家畜の糞便排泄物を集落内の循環システムに組み込むことへの住民の受容性について、現在も伝統的乾燥式トイレを使用しているが新しいトイレを希望する15世帯および豚舎排泄物利用19世帯に対して糞便利用のアンケートを実施した。その結果、(1)多くの農家が家畜排泄物や養魚池底泥の農業利用に賛成しないが、人糞由来のコンポストの利用を受け入れること、(2)清潔で近代的な乾燥式トイレがあれば、そのコンポストを積極的に使う、などの結果を得た。

第6章では、ハノイ郊外農村集落で経済的にも受入可能なリン回収システムとして、し尿分離トイレから得た尿を、簡易な方法でリンを回収するシステムを検討している。そのため、まず人工尿に対し、現地で利用可能な3種(稲わら、粃殻、木片)の灰を用いて、それらによるリン回収能力を評価した。その結果、稲わらからの灰が除去率60%と一番効率的であることを見出した。そこで、ある現地農家にし尿分離トイレを建設し、その尿からのリン回収実験を実施した。その結果、尿貯留タンクに稲藁灰バックをつるすだけでリンを40%回収でき、簡便な方法でも十分、効果のあることを実証した。

第7章は結論であり、各章で示された主要な成果をまとめ、本論文の地球環境学における意義とともに、今後の課題を示している。

(論文審査の結果の要旨)

ベトナムは、近年、急速な経済成長とともに、都市部周辺の農業・農村も急速に変貌しており、環境面においてその影響はしばしば好ましくない方向に進んでいる。北部ベトナムの農村は、伝統的に乾燥式トイレを利用して人の糞便を農業利用するなど、農業－畜産－養魚を組み合わせた循環型システムが構築され、環境への負荷が小さい集落であった。しかしながら近年、乾燥式トイレから水洗トイレへの漸次移行と化学肥料の使用増加により、循環型システムが崩れつつあり、栄養塩類（窒素・リン）の環境への負荷が増大しつつある。

本論文は、そのような状況のなか、ベトナム郊外農村の環境悪化をもたらす栄養塩類の環境負荷に注目し、その発生から利用・蓄積・排出の諸過程をマスフローアナリシスMFAの手法で検討し、どの過程が環境への主な排出経路となるかを定量的に示すとともに、その改善のキーとなる養魚池の収支、人排泄物の実証的な対策を検討した、実用的な研究である。このため、ハノイ市から南方約40kmの小集落を対象に、アンケート、水質・固形物分析、尿中の回収実験など様々の調査・実験を行い、多数の詳細情報を得て、その状況把握と対策を考察している。

本研究の学術的に重要な意義として次の点を示すことができる。物質循環の基礎情報がきわめて少ない途上国農村部において、長期間に渡り詳細かつ広範囲なアンケート調査、および人・家畜・養魚に関わる水質／固形部成分調査を実施することで、集落全体の物質収支を、文献値に多くは頼らず、実測のデータに基づき、マスフローアナリシスMFAを実現したことである。そのモデルは、系内の家庭・養魚池・家畜・水田の4つ、系外の市場、大気、土壌／地下水、外水界の4つ、合計8つのコンパート間で、24の反応過程を考慮するきわめて複雑なものであるが、実測値から多くのデータを得ることで、実際のハノイ郊外集落の状況を精密に表現することに成功し、学術的にきわめて貴重な情報を得ている。また、本研究で用いた手法は、途上国農村でいかに実測値に基づいてMFAを完成されるかを示しており、この後、他地域でのMFAを開発する上で、参考情報として重要となっている。

一方、地球環境学における意義としては、リンの回収プロセスを検討している点を上げることができる。リンは地球上でもっとも枯渇化の可能性の高い資源の一つであり、その回収技術開発は、地球環境上、重要な課題である。現在、大都市下水処理場などでのリン回収については、多数の研究があり、一部は実用化もされているが、それらの技術は、途上国農村域で実施するには経済的にほぼ不可能である。本研究では、現地で活用可能な資材を用い、きわめて単純な方法で回収可能性を検討している。その結果、現在も残存しているし尿分離型乾燥トイレの尿回収槽に稲わら灰バックをつるすだけでリンを40%も回収可能な簡易なシステムを開発するとともに、その実証実験を現地で実施している。本研究は、また初期的な段階であるが、将来、農村においても尿からのリン回収を実用化させる可能性を示す、深い意義をもつ。

また、本研究は、社会的な意義でも価値が大きい。ベトナム農村部では、元来、乾燥式トイレにより、人の糞尿は農業に利用されることで、環境への負荷を最小限としてきた。しかしながら、経済発展にともない、人工肥料の普及や、より管理が簡便であるとの理由で水洗化が進み、結果としてし尿がほとんど、垂れ流しに近い状態で放出され、水環境が悪化している。本研究では、住民の循環型トイレの受容性をアンケートにより調査し、その結果、伝統的乾燥トイレでは、利便性・衛生性等で問題があるものの、その改善を行うことにより、今後も利用が継続可能なことを示すとともに、その実証試験をおこない、具体的な方策も検討している。

以上の成果により、本研究は、地球環境学の発展に大きく貢献した。よって本論文は博士（地球環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年2月12日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公開可能日： 年 月 日以降